

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001110439 A**

(43) Date of publication of application: **20.04.01**

(51) Int. Cl. **H01M 8/24**
H01M 8/10

(21) Application number: **11287517**

(22) Date of filing: **08.10.99**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **AOTO AKIRA**
KONSAGA TORU
TANAKA HIDEYUKI
HOTTA YUTAKA

(54) **FUEL CELL**

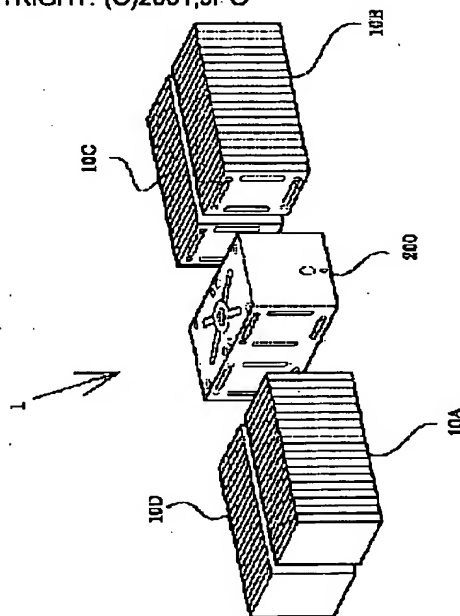
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve practical use of a fuel cell by making it compact.

SOLUTION: Four stacks are combined via a supply/exhaust box 200 for organizing a fuel cell. A water supply opening for supplying cooled water, and a water exhaust opening for exhausting water are short circuited by a cable to eliminate difference in potentials between the two openings. A water exhaust port for exhausting waterdrop is provided near an exhaust outlet of fuel gas of the supply/exhaust box. Each stack is constructed such that end plates provided at both ends of laminated cells are gripped by an upper side tension plate and a lower side tension plate, and the tension plates and the end plates are fixed tightly with bolts, which are inserted vertically for avoiding interference between the adjacent stacks and the supply/exhaust box. An insulating body is provided in one body with a surface of the tension plate contacting the cell. Thus, the entire organized fuel

cell stored in an outer case, where the outer case is sealed tightly for preventing foreign obstacles from infiltration.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-110439

(P2001-110439A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 M 8/24

識別記号

F I

H 0 1 M 8/24

テーマコード (参考)

Z 5 H 0 2 6

E

M

R

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平11-287517

(22) 出願日

平成11年10月8日 (1999.10.8)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 青砥 晃

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 昆沙賀 徹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

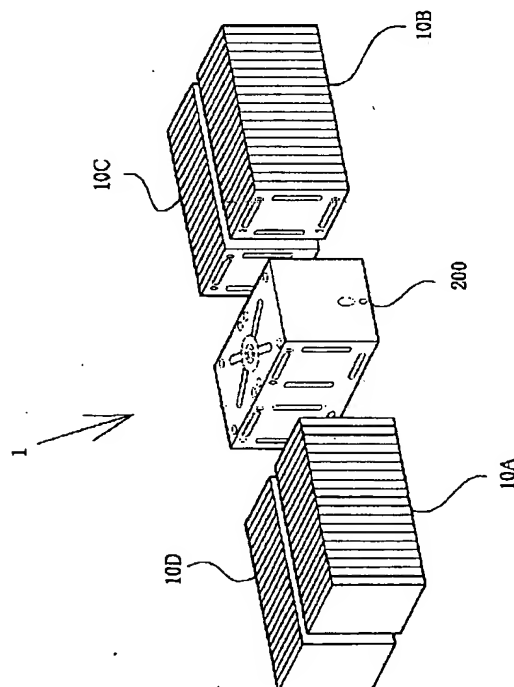
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の小型化を図りつつ、実用性を向上する。

【解決手段】 4つのスタックを給排ボックス200を介して結合して燃料電池を構成する。冷却水を給排する給水口、排水口をケーブルで短絡させて両者の電位差を解消する。水滴によりガスの流れが阻害されることを回避するため、給排ボックスの燃料ガス排出口近傍には水滴を排出する排水ポートを設ける。各スタックは、積層されたセルの両端に位置するエンドプレートと上下のテンションプレートで挟持して構成されるが、テンションプレートとエンドプレートとは隣接するスタックおよび給排ボックスとの干渉を避けるため上下方向に挿入されたボルトで固定する。テンションプレートにはセルと接する面に絶縁体を一体化して設けておく。こうして構成された燃料電池は、異物の侵入を防ぐ密閉構造のアウトケースに全体を収容する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、

該積層電池に導電性の冷媒を通過させて冷却を行う機構であって、前記冷媒を前記積層電池に供給する供給口と、前記冷媒を前記積層電池から排出する排出口とは、電位が相違する部位に設けられている冷却機構と、前記冷媒が流れる冷媒路に関し、前記供給口よりも上流側の冷媒路と、前記排出口よりも下流側の冷媒路とを電気的に短絡させる短絡手段を備えた燃料電池。

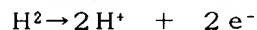
【請求項2】 請求項1記載の燃料電池において、該燃料電池は、前記積層電池を複数備えており、前記冷媒路は、各積層電池の供給口よりも上流側の冷媒路の少なくとも一部、および各積層電池の排出口よりも下流側の冷媒路の少なくとも一部が共通の冷媒路として構成されており、前記短絡手段が、複数の積層電池に共通の冷媒路として構成された個所に設けられたことを特徴とする燃料電池。

【請求項3】 単電池を積層した積層電池を複数備える燃料電池であって、前記複数の積層電池と、供給された燃料ガスを前記各積層電池に分配する機能および前記各積層電池からの排出ガスを集約する機能を果たすことによって外部と各積層電池との間の燃料の給排を実現する給排部材を備え、該給排部材は、内部構造として、前記集約された排出ガスが流れる集約ガス流路と、該集約ガス流路から分岐して、該ガス流路内の水滴を排出する排水機構とを備える構造体である燃料電池。

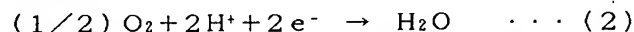
【請求項4】 単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、前記積層電池は、積層された単電池を固定するための固定部材を備え、該固定部材は、前記単電池と接触する側の面に絶縁層が一体的に設けられていることを特徴とする燃料電池。

【請求項5】 単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、

陰極（水素極）



陽極（酸素極）



【0003】燃料電池は、電解質層の種類に応じて、リン酸型燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池、固体電解質型燃料電池、アルカリ型燃料電池など種々の形式が提案されている。近年では、出力密度が高く小型化が可能である等の理由により、水素イオン導電性の高分子膜を電解質層として適用した固体高分子型燃料電池が注目されており、種々の改良が検討されている。

【0004】燃料電池は、いずれの型においても単位セル当たりの理論的な起電力は約1.23Vであるため、※50

* 複数の前記積層電池と、

該複数の積層電池をまとめて収容するとともに、外部からの異物の侵入を防止可能に密閉された構造を有する容器とを備える燃料電池。

【請求項6】 請求項5記載の燃料電池であって、さらに、容器内の前記積層電池との間で燃料ガス、酸化ガスおよび冷却水の供給および排出を行うための機構とは別に、該容器内に生じた気体または液体を容器外部に排出するための排出機構を備える燃料電池。

10 【請求項7】 単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、

前記積層電池は、

前記単電池に対し積層方向に弾性力を与える弾性部材と、

前記積層された単電池の両端に該単電池と平行に配置され、前記弾性力に対し剛体とみなし得る剛性を有する一対の端板と、

該一対の端板同士を連結し、該端板に前記弾性力と釣り合う力を作用させる連結部材とを備え、前記端板と前記連結部材とは、前記積層方向と直交する方向に挿入された締結部材で締結されたことを特徴とする燃料電池。

【請求項8】 請求項7記載の燃料電池であって、前記積層電池を複数備えると同時に、該積層電池が前記締結部材の挿入方向と直交する方向に配列されていることを特徴とする燃料電池。

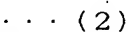
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素イオンを透過する電解質層を挟んで水素極と酸素極とを備える燃料電池に関し、セルを積層して構成されるスタックを小型化する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、水素イオンを透過する電解質層を挟んで水素極と酸素極とを備え、陰極（水素極）と陽極（酸素極）でそれぞれ次の反応式（1）（2）に応じた反応を生じさせることによって、起電力を発生する燃料電池が提案されている。電解質層は、



※多数のセルを積層して所望の電圧を得ている。セルを積層してケースで固定されたユニットはスタックと呼ばれている。一般にスタックではセルの積層精度が内部抵抗として現れるから、極端に多くのセルを積層すると内部抵抗が大きくなり燃料電池の効率が低下する。また、極端に多くのセルを積層すると、燃料ガスを各セルに均等に供給することが困難となる。これらの理由から、所望の電圧が得られる程度にまでセルを積層した単一のスタックにより燃料電池を構成することを避け、複数のスタ

ックに分けて燃料電池を構成し、これらを直列に接続することで所望の電圧を得るのが通常である。本願の出願人は、複数のスタックを用いた燃料電池において、各スタックに均等に燃料を供給するとともに、全体の小型化を図ることができる技術として特開平8-171926号記載の技術を提案している。これは、給排部材を介して4つのスタックを結合した構造である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、スタックを、車両など種々の機器に搭載しようとした場合、燃料の給排上の課題の他、以下に示す種々の課題があることが見出された。従来は、これらの各課題を解決する手段において、燃料電池の小型化が十分に考慮されていなかったため、各課題を解決しようとするれば、燃料電池が大型化するという別の課題を招くことがあった。この意味で、以下の各課題については、好ましい解決手段が十分検討されていなかった。

【0006】スタックについての第1の課題は、冷却に起因する課題である。燃料電池は冷却水によって冷却されている。冷却水は、セルのガス流路などを構成するセパレータに形成された冷却水路を流れる。セパレータは、一般に導電性の部材で構成されている。従って、冷却水はセルを冷却する過程で、導電性のセパレータに接触することによって、電極の電位に応じて帯電する。スタックに冷却水を供給する給水口と、スタックから冷却水を排出する排水口の構成によっては、これらの近傍で電位差が存在する場合がある。かかる場合には、この電位差に起因して、給水口と排水口との間で電食などの弊害を招く可能性がある。こうした弊害を回避するために、給水口と排水口とを絶縁材料で覆うなどの措置を施せば、その分、スタックが大型化してしまう。特に、給排部材を介して複数のスタックを連結する構造では、給水口と排水口との電位差が数百ボルトに至るため、絶縁部材の被覆を大型化する必要が生じ、装置のサイズに与える影響が大きい。また、電位差が存在しない部位に給水口と排水口とを併設しようとするれば、給水口と排水口の設置部位についての制約が大きくなるため、冷却水路の設計自由度が低減し、装置の小型化を阻害する要因となる。

【0007】スタックについての第2の課題は、反応時に生成される水の排出に起因する課題である。先に式

(1)(2)で示した通り、燃料電池は反応時に水(H_2O)が生成される。このセルで生じた水は、ガスの流れによって、スタックにガスを供給するマニホールドを通して、ガス排出口に運ばれる。また、固体高分子膜型の燃料電池では電解質膜の加湿に用いられる水も同様の経路でガス排出口に運ばれる。この際、ガス排出口に運ばれる水の量が増えるとフラッシングと呼ばれる現象が生じ、燃料電池の運転が不安定になることがあった。つまり、ガス排出口の内部に凝縮した水滴が、ガス流路

の断面積を低下させることによってガスの流れを阻害し、ひいては各セルへのガスの供給をも阻害するようになり、発電を不安定にするのである。かかる弊害を回避するために、スタックに排水ポートを設けた構造が特開平11-204126に開示されている。しかしながら、この構造は、スタックの外部にドレインバルブや排出ポートを設けるものであり、スタックの構造、ひいては燃料電池全体の構造が極端に大型化するという課題がある。また、複数のスタックを備える燃料電池では、各スタックごとにかかる排水機構を設ける必要が生じ、ますます燃料電池の大型化を招くことになる。

【0008】スタックについての第3の課題は、セルの絶縁性に起因する課題である。スタックは積層されたセルが積層方向に分離しないように固定することで構成される。セルを固定する役割を果たす外部構造をここでは、スタックケースと呼ぶものとする。セルは電極の集まりであるから、このようにスタックを構成する場合には、スタックケースとセルの間を絶縁する必要がある。従来は、セルとスタックケースとの間にシリコンゴムなどの絶縁体を挿入することによって両者の絶縁性が確保されていた。しかしながら、かかる構造で両者の絶縁を図る場合は、スタックの製造工程において絶縁体を挿入する工程が必要となり生産性が低下することがあった。前述の通り、セルを積層してスタックを構成する工程は、内部抵抗に関与する精密さを要求される工程であるから、絶縁体の挿入工程が増えることにより、生産性が極端に低下することもあった。また、一般にシリコンゴムなどの絶縁体は厚さに対する精度が比較的低いため、セルに不要な荷重をかけることなくスタックを構成するためには、絶縁体の厚さのばらつきを考慮して、スタックケースを大きめに製造しておく必要があった。さらに、絶縁体自体の形状を維持するためには、ある程度の厚さが必要となるから、不必要に絶縁体が大きくなり、スタックケースの大型化を招いていた。

【0009】本願出願人は、こうした大型化を回避する一つの技術の特開平8-162143として開示している。この技術は、スタックの4面に、ゴムを塗布して被覆する技術である。しかしながら、かかる方法でスタックの絶縁を図る場合、ゴムを塗布する工程が余分に必要となる他、一旦ゴムで被覆されたスタック内で破損などが生じた場合に、修理が困難であるという別の課題を招く。かかる観点から、スタックの生産性を損なうことなく、確実にスタックの絶縁を施すことができ、しかも、スタックケースの大型化を回避できる技術が要望されていた。

【0010】スタックについての第4の課題は、防水性、防塵性、およびスタックの剛性の確保に起因する課題である。前述の通り、スタックは複数のセルがスタックケースによって固定されている。しかしながら、セルの電圧を監視するための端子をとりつける必要性および

端子を取り付ける際の作業性などに鑑みて、スタックケースは完全な密閉構造になっていないことが多い。従って、かかる構造のスタックを車両など種々の装置に搭載して使用した場合、使用環境に応じて水、埃などがセルの隙間に入り込む可能性があった。また、これらの装置の運転時には振動を伴うことが通常であり、かかる振動やそれに起因する荷重などがスタックに作用すると、スタックに生じる歪みによってセル間に隙間が生じる可能性があった。これらの要因によって、スタックは内部抵抗の増大による発電効率の低下や、発電不良などを生じる可能性があった。

【0011】かかる課題を解決するために、スタックケースの外周を完全にシールするとともに、振動などによって変形しない程度にスタックケースの剛性を高める方法を採用することも可能である。しかしながら、スタックケースの外周をシールする工程を設けることはスタックの生産性を損ねることになる。また、スタックケースの剛性を十分に高めるためには、スタックケースの板厚を増す必要があるため、スタックの重量増大および大型化を招くことになる。特に、複数のスタックを用いる燃料電池においては、その影響は多大であった。

【0012】スタックについての第5の課題は、積層されたセルに弾性力を付与するための機構に起因する課題である。セルを積層してスタックを構成する場合、内部抵抗を低減するためにはセル同士を可能な限り密着させることが望ましい。一方、発電時は化学反応によって熱が生じ、セルが熱膨張するから、積層されたセルを完全に固着してしまうと、熱応力による変形が生じる可能性がある。かかる課題を解決する技術が、特開平11-233132に開示されている。これは、セルが積層された一端に皿バネを介してエンドプレートを組み付ける技術であり、皿バネの弾性力によって熱膨張などに起因する変形を吸収しつつ、セル同士を密着させる力を付勢するものである。また、本願出願人も上記課題を解決する技術を特開平7-335243で開示している。これは、積層されたセルの一端に弾性部材を介してエンドプレートを取り付けるとともに、このエンドプレートとセルの一端との間の空間を、流体を注入可能な圧力室として利用する技術であり、弾性部材による弾性力と流体の圧力とを利用して、熱膨張などに起因する変形を吸収しつつ、セル同士を密着させる力を付勢するものである。

【0013】しかしながら、これらの技術では、積層方向に貫通するボルトでエンドプレートを固定しているため、ボルトスペースによってスタックが大型化するという課題があった。特に、スタックが積層方向に長くなっていた。燃料電池は、電圧確保のために多数のセルを積層する必要があり、積層方向の寸法は、必然的に大きくなる傾向にある。一方、燃料電池を車両など種々の装置に搭載する際のスペース確保という観点からは、一方

のサイズが極端に大きい形状を回避した方が好ましいことが多い。かかる観点から、セルの積層方向のサイズは可能な限り抑えることが望ましく、上述したボルトスペースに起因する大型化は、スタックを装置に搭載する際の効率を損ねることになる。特に、複数のスタックを用いる燃料電池における影響は多大である。従って、セルの積層方向に適度の弾性力を付与しつつ、スタックの小型化、特に積層方向の小型化を図ることができるとする技術が要望されていた。

10 【0014】以上で説明した通り、従来の燃料電池には、実用上の種々の課題があり、これらに起因してスタックの大型化という大きな課題を招いていた。本発明は、これらの課題に鑑みてなされたものであり、上述の5つの課題の少なくとも一部を、スタックの大型化回避という観点も含めて解決することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】燃料電池の小型化を図るという一の課題を解決しつつ、上述した種々の課題の少なくとも一部を解決するために、本発明は次の構成を採用した。本発明の第1の燃料電池は、単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、該積層電池に導電性の冷媒を通過させて冷却を行う機構であって、前記冷媒を前記積層電池に供給する供給口と、前記冷媒を前記積層電池から排出する排出口とは、電位が相違する部位に設けられている冷却機構と、前記冷媒が流れる冷媒路に関し、前記供給口よりも上流側の冷媒路と、前記排出口よりも下流側の冷媒路とを電気的に短絡させる短絡手段を備えたことを要旨とする。

30 【0016】第1の燃料電池によれば、短絡手段によって、供給口と排出口で生じる冷却水の電位差を解消することができるから、電食などの弊害を容易に回避することができる。電位差のある冷媒路を電気的に短絡させる手段は、両者を導電性の部材で接続することにより実現できるため、燃料電池の大型化、製造コストの増大などの弊害を招くこともない。また、これによって供給口と排出口とに絶縁部材を設けることによる装置の大型化を回避することもできる。また、両者を電位差のない部位に設けるなどの制約もなくなるため、設計自由度が増し、装置のより一層の小型化を図ることが可能となる。

40 【0017】なお、供給口、排出口は冷媒を給排するために積層電池に設けられた孔を意味しており、「供給口よりも上流側の冷媒路」、「排出口よりも下流側の冷媒路」とは、積層電池に連通された冷媒路を意味している。従って、本発明の短絡手段は、積層電池の内部ではなく、外部に設けられたものである。このことによって、積層電池を構成した後で短絡手段を装着することができるため、積層電池の生産性を損なうことなく短絡手段を設けることができる利点がある。また、断線などの障害が生じた場合の対処が容易になる利点もある。

50 【0018】上記短絡手段は、単一の積層電池に対して

施すものとしても構わないが、該燃料電池が、前記積層電池を複数備えている場合には、前記冷媒路は、各積層電池の供給口よりも上流側の冷媒路の少なくとも一部、および各積層電池の排出口よりも下流側の冷媒路の少なくとも一部が共通の冷媒路として構成されており、前記短絡手段が、複数の積層電池に共通の冷媒路として構成された個所に設けるものとするのが望ましい。

【0019】かかる構成によれば、共通の冷媒路に短絡手段を設けるため、各積層電池に短絡手段を設けるまでなく、冷媒の電位差を解消することができる。従って、短絡手段を設けるための工程、コストを抑制することができる。複数の積層電池を通過した冷媒は非常に大きな電位差を有することがあるため、容易に電位差を解消することができる点で本発明の有用性は非常に高い。複数の積層電池を備える燃料電池の一例としては、供給された燃料ガスを前記各積層電池に分配する機能および前記各積層電池からの排出ガスを集約する機能を果たすことによって外部と各積層電池との間の燃料の給排を実現する給排部材を備えた構造を挙げることができる。この場合、給排部材の内部に上述した共通の冷媒路が形成されることになる。かかる場合には、例えば、給排部材との間で冷却水の給排を行うための供給口、排出口の近傍を短絡させることにより、上記発明の構成を実現することができる。

【0020】本発明の第2の燃料電池は、単電池を積層した積層電池を複数備える燃料電池であって、前記複数の積層電池と、供給された燃料ガスを前記各積層電池に分配する機能および前記各積層電池からの排出ガスを集約する機能を果たすことによって外部と各積層電池との間の燃料の給排を実現する給排部材を備え、該給排部材は、内部構造として、前記集約された排出ガスが流れる集約ガス流路と、該集約ガス流路から分岐して、該ガス流路内の水滴を排出する排水機構とを備える構造体であることを要旨とする。

【0021】第2の燃料電池によれば、給排部材に設けられた排水機構により、ガス流路内の水滴を適宜排出することができるから、フラッドングを回避することができる。また、排水機構を給排部材内に設けるため、特開平11-204126に記載された従来技術と異なり、外部にドレインバルブなどを設ける必要がなく、装置の大型化を回避することができる。特に、給排部材に排水機構を設けるため、各積層電池に対し個別に排水機構を設けることを回避でき、装置を小型化することができる。

【0022】なお、排水機構はガス流路から分岐し、水滴を一時的に蓄える蓄水機構と、蓄えられた水を排出する排水管とから構成することができる。排水管は、重力によって水を排出する構成とすることもできるが、よりガス流路内を流れるガスの圧力を利用して積極的に水を排出する機構とすることもできる。燃料ガスを単位電池

に均一に滞りなく供給するため、ガスは比較的高圧で供給されるのが通常であり、単位電池内で圧力損失はあるものの排出されるガスは大気圧に比し十分に高い圧力を有しているのが通常である。従って、排出ガスの圧力が水面に作用する構成の蓄水機構、例えばガス流路が曲がっており局所的に圧力が高くなる部位に設けられた蓄水機構や、排出ガスの流れ方向に対し鋭角的に結合された分岐を介して設けられた蓄水機構などを用いることにより、この圧力を利用して積極的に水を排出することが可能となる。圧力を利用して排水する場合には、重力で排水する場合に比較して排水管の位置に対する自由度が高くなるから、装置を更に小型化することができる。

【0023】本発明の第3の燃料電池は、単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、前記積層電池は、積層された単電池を固定するための固定部材を備え、該固定部材は、前記単電池と接触する側の面に絶縁層が一体的に設けられていることを要旨とする。

【0024】第3の燃料電池によれば、積層電池を製造する過程において、単電池と固定部材との間に絶縁材を挿入する工程を省略することができ、生産性の向上を図ることができる。特に、単位電池の積層は、積層電池の性能に大きく影響する精密作業であるため、かかる工程における簡易化は、生産性の大幅な向上につながる。絶縁層を一体的に設ける方法としては、絶縁部材を固定部材の一面に接着する方法、絶縁材料を固定部材の一面に塗布する方法など種々の方法を適用することができる。これらの方法によって一体的に形成することにより、絶縁層を別体で用意する場合に比較して、絶縁層自体の厚さを薄くすることができる。また、厚さの寸法誤差を抑制することもできる。さらに、絶縁層が別体で用意されている場合には、仮に絶縁層の位置にずれが生じて、単位電池と固定部材との間が接触しないよう、十分な空隙を設けておく必要があるが、絶縁層を固定部材に一体化した場合には、このような配慮が不要となり単位電池と固定部材との空隙を縮小することができる。固定部材に絶縁層を一体化した第3の燃料電池は、これらによって、装置を小型化することができる。

【0025】本発明の第4の燃料電池は、単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、複数の前記積層電池と、該複数の積層電池をまとめて収容するとともに、外部からの異物の侵入を防止可能に密閉された構造を有する容器とを備えることを要旨とする。異物としては、埃や水などが挙げられる。

【0026】かかる容器を備えることにより、各積層電池には異物への完全な対処を施す必要がなくなる。従って、積層電池の構造を簡易化することができ、積層電池の小型化を図ることができる。また、生産性の向上、製造コストの低減を図ることができる。さらに、単電池の電位を監視する必要がある場合には、上述の容器を備えることにより、単電池が外観できる状態で積層電池を構

成することができるため有用性が高い。

【0027】第4の燃料電池は、また、剛性確保という観点でも利点がある。燃料電池を車両などに搭載する場合、燃料電池には振動や種々の外力が作用する。安定して発電を行うためには、燃料電池について、振動や外力によって変形を生じない程度の剛性を確保しておく必要がある。ここで、変形とは主として曲げ変形および捩れ変形であり、これらに対する剛性は、断面二次モーメント、断面二次極モーメントを指標として判断することができる。これらの係数は、曲げ変形の中立軸、および捩れ変形の回転軸からの距離が大きい断面ほど大きくなることが知られている。第4の燃料電池の容器は、積層電池をまとめて収容するため、断面二次モーメント、断面二次極モーメントが積層電池よりも明らかに大きくなる。従って、第4の燃料電池は、材料の板厚を抑制しつつ、十分な剛性を確保することができる。容器が剛性を確保すれば、積層電池はそれほど高い剛性を確保する必要がなくなるため、小型化を図ることができる。また、容器の板厚を抑制することができるから、燃料電池全体の重量の増加も抑制できる。

【0028】第4の燃料電池において、さらに、容器内の前記積層電池との間で燃料ガス、酸化ガスおよび冷却水の供給および排出を行うための機構とは別に、該容器内に生じた気体または液体を容器外部に排出するための排出機構を備えるものとしてもよい。

【0029】燃料ガスとして用いられる水素は、非常に微細な分子であるため、運転時に単位電池の各種の接合部から浸み出るようにして漏れることがある。また、燃料電池の反応で生成される水も積層電池外部に漏れ出ることもある。第4の燃料電池は容器を密閉するため、こうして排出される気体および液体が容器内に蓄積される可能性がある。上記構成によれば、排出機構により、これらの気体、液体を適切に容器内から排出することができる。なお、排出機構は、排出管を取り付けた簡易な構成を適用することもできるが、外部からの異物の侵入を防ぐため、取り付け部に弁体などを合わせて設けることが好ましい。

【0030】本発明の第5の燃料電池は、単電池を積層した積層電池を備える燃料電池であって、前記積層電池は、前記単電池に対し積層方向に弾性力を与える弾性部材と、前記積層された単電池の両端に該単電池と平行に配置され、前記弾性力に対し剛体とみなし得る剛性を有する一対の端板と、該一対の端板同士を連結し、該端板に前記弾性力と釣り合う力を作用させる連結部材とを備え、前記端板と前記連結部材とは、前記積層方向と直交する方向に挿入された締結部材で締結されたことを要旨とする。

【0031】第5の燃料電池によれば、弾性部材の弾性力によって、熱による変形を吸収しつつ、単電池を十分に密着させ安定した運転を実現することができる。この

ように弾性力を付与する機構において、第5の燃料電池は、単電池に付与される弾性力の反作用として端板にかかる荷重を、連結部材で支持する構造を採る。ここで、連結部材と端板との締結部材は積層方向と直交する方向に挿入されている。締結部材を積層方向に挿入する場合には、その分、積双方向のサイズが大型化するが、積層方向と直交する方向に挿入する場合には、かかる大型化を回避できる。

【0032】上記構成は、複数の積層電池を備える燃料電池において、以下に示す通り、特に有用性が高い。複数の積層電池を備える燃料電池では、各単電池に均一に燃料ガスなどの供給を行うために、積層方向に供給口、排出口を設けることが好ましい。特に、前述した給排部材を用いて複数の積層電池を結合する場合、各積層電池は一方の端板を介して給排部材に結合されることになる。第5の燃料電池によれば、積層方向と直交する方向に締結部材が挿入されているため、給排部材との結合面で締結部材が干渉することを回避できる。また、給排部材と積層電池とを結合した後も、締結部材による締結状態の確認などを行うことができるため、整備性も向上する。給排部材を利用しない場合でも、程度の差こそあれ、同様の効果を得ることができる。

【0033】さらに、第5の燃料電池においては、前記積層電池を複数備える場合には、該積層電池が前記締結部材の挿入方向と直交する方向に配列されているものとすることが望ましい。かかる配置とすることにより、積層電池同士で締結部材が干渉することを回避でき、燃料電池のより一層の小型化を図ることができる。また、整備性を向上することもできる。なお、このように第5の燃料電池は、複数の積層電池を備える場合に、特に有用性が高いが、単一の積層電池にも有効に適用できることはいうまでもない。

【0034】上記説明では、第1～第5の燃料電池として個別に説明したが、これらの発明を組み合わせた燃料電池を種々構成することもでき、それぞれ第1～第5の各燃料電池の利点を兼ね備えた燃料電池を実現することができる。なお、上記発明は、特に小型化が期待されている固体高分子型の燃料電池に適用することが望ましいが、これに限定されるものではなく、リン酸型燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池、固体電解質型燃料電池、アルカリ型燃料電池など種々の形式の燃料電池に適用可能である。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、実施例に基づき、以下の順序で説明する。

- A. 全体構成：
- B. 冷却系統の短絡手段：
- C. 排水機構：
- D. テンションプレートの絶縁構成：
- E. セルを固定する構造およびスタックの配置：

F. アウタケース：

【0036】A. 全体構成：図1は本実施例のスタック10の概略構成を示す斜視図である。スタック10は、起電力を生じる単位電池としてのセル100を所定数だけ積層した積層電池の形態で形成される。積層されたセルは、上下に配置されたテンションプレート170、172と締結されて固定されている。セル100は、それぞれ固体高分子型燃料電池として形成されており、各セルが1V強の起電圧を生じる。本実施例では、各スタックで約100Vの起電圧を生じるよう、100枚のセルを積層している。セル100の詳細構造は、後述するが、それぞれセパレータで酸素極、電解質膜、水素極をこの順序に挟んだ構造をなしている。スタック10では、隣接するセル100のセパレータは共有されている。一般には、「スタック」という用語は、単に積層されたセルの総称として用いる場合と、セルを固定する部材も含めた構造体を意味する場合とがある。本明細書では、単にスタック10と呼ぶ場合には、後者の意味、即ち積層されたセル100の他、上下のテンションプレート170、172も含めた構造体を意味し、前者の意味で用いる場合には、「狭義のスタック」と呼ぶものとする。

【0037】スタック10は、一端からエンドプレート12、絶縁板16、集電板18、複数のセル100、集電板20、絶縁板22、エンドプレート14の順に積層されて構成される。エンドプレート12、14は、剛性を確保するため、鋼等の金属によって形成されている。集電板18、20は緻密質カーボンや銅板などガス不透過な導電性部材によって形成され、絶縁板16、22はゴムや樹脂等の絶縁性部材によって形成されている。スタック10で生じた電力は、集電板18、20に結線することによって出力される。

【0038】一方のエンドプレート14には、燃料ガス供給口35、燃料ガス排出口36、酸化ガス供給口33、酸化ガス排出口34、冷却水供給口31、冷却水排出口32が設けられている。燃料ガス供給口35からスタック10に供給された燃料ガスは、エンドプレート12に向かって流れながら各セル100に分配される。各セル100に配分された燃料ガスは、エンドプレート12に向かって流れながら各セル100に分配され、図中の左方から右方にセル100内の流路を流れた後、エンドプレート14側に流れ、燃料ガス排出口36から排出される。酸化ガスも同様に、酸化ガス供給口33から供給された後、エンドプレート12に向かって流れながら各セル100に分配され、各セル100内の流路を図中の上方から下方に流れた後、酸化ガス排出口34から排出される。冷却水は、冷却水供給口31から供給された後、所定の間隔で設けられた冷却用のセパレータを通り、セルを冷却した後、冷却水排出口32から排出される。スタック10は、このようなガスおよび冷却水の流

れを実現できるよう内部で各セル100のガス流路が形成されている。スタック10の各セル100を構成する電解質膜132は、セパレータ110、120と接する周辺領域がシールされている。このシールは、セル100内部から燃料ガスおよび酸化ガスが漏れ出し、両者が混合するのを防止する役割を果たす。

【0039】図2はセル100の構造を示す斜視図である。セル100は、固体高分子型燃料電池として構成されている。セル100は、電解質膜132を水素極134、酸素極136で挟み込み、さらにその両側をセパレータ110、120で挟んだ構造を有している。酸素極136は電解質膜132を挟んで水素極134の裏面、図中では隠れた側の面に存在する。水素極134、酸素極136は、ガス拡散電極である。セパレータ110、120は水素極134、酸素極136と対向する面に複数の凹凸状のリブが形成されている。セパレータ110、120が、水素極134、酸素極136をさらに両側から挟み込むことによって、水素極134との間に燃料ガス流路112、酸素極136との間に酸化ガス流路122が形成される。セパレータ110、120は両面にリブが形成されており、片面は水素極134との間で燃料ガス流路112を形成し、他面は隣接するセル100が備える酸素極136との間で酸化ガス流路122を形成する。このように、セパレータ110、120は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接するセル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。

【0040】電解質膜132は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。電解質膜132としては、例えばナフィオン膜（デュボン社製）などを適用することができる。電解質膜132の表面には、触媒としての白金が塗布されている。本実施例では、触媒としての白金を担持したカーボン粉を有機溶剤に分散させ、電解質溶液（例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution）を適量添加してペースト化した上で、電解質膜132上にスクリーン印刷する方法で触媒を塗布した。触媒層の形成方法は、他にも種々の方法を適用でき、例えば、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、電解質膜132上にプレスするものとしてもよい。また、触媒には白金と他の金属からなる合金を用いることもできる。水素極134および酸素極136は、炭素繊維を織成したカーボンクロスにより形成されている。水素極134および酸素極136を炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成するものとしてもよい。また、上述の触媒は、ガス拡散電極と電解質膜132との間に介在しておればよい。電解質膜132側に触媒を塗布する方法に代えて、水素極134および酸素極136の電

解質膜132と接する側に、触媒を塗布するものとしてもよい。

【0041】セパレータ110、120は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ110、120はその両面に、平行に配置された複数のリブが形成されている。リブは、必ずしも両面で平行に形成する必要はなく、面毎に直交するなど種々の角度で形成することができる。また、リブは燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成可能な形状であれば、必ずしも平行な溝状である必要はない。

【0042】セパレータ110、120には、その周辺部の2カ所に、円形断面の冷却水孔151、152が形成されている。この冷却水孔151、152は、セル100を積層した際に、スタック10を積層方向に貫通する冷却水路を形成する。セパレータ110、120の各辺付近には、それぞれの辺に沿う細長い形状の燃料ガス孔153、154および酸化ガス孔155、156が形成されている。燃料ガス孔153、154および酸化ガス孔155、156は、セル100を積層することによってスタック10を形成した際に、スタック10を積層方向に貫通する燃料ガス流路112および酸化ガス流路122を形成する。本実施例では、図3の左方の辺に沿って燃料ガス供給路、右方の辺に沿って燃料ガス排出路が形成される。また、上方の辺に沿って酸化ガス供給路、下方の辺に沿って酸化ガス排出路が形成される。

【0043】スタック10の燃料ガス供給口35は燃料ガス供給路につながっており、燃料ガス排出口36は燃料ガス排出路につながっている。燃料ガス供給口35から供給された燃料ガスは、燃料ガス供給路を通じて各セル100の燃料ガス流路112に流れ込む。そして、水素極134で所定の反応に供された後、燃料ガス排出路から燃料ガス排出口36に流出する。酸化ガスも同様の経路で流れる。スタック10の酸化ガス供給口33は酸化ガス供給路につながっており、酸化ガス排出口34は酸化ガス排出路につながっている。酸化ガス供給口33から供給された酸化ガスは、酸化ガス供給路を通じて各セル100の酸化ガス流路122に流れ込む。そして、酸素極136で所定の反応に供された後、酸化ガス排出路から酸化ガス排出口34に流出する。

【0044】スタック10では、セル100が5枚積層されるごとに1枚の割合で、冷却セパレータ140が設けられている。冷却セパレータ140は、セル100を冷却する冷却水路を形成するためのセパレータである。冷却セパレータ140には、冷却水孔を連絡する葛折状の冷却水溝142が形成されている。セパレータ110、120のうち冷却セパレータ140と対向する面は、リブのないフラットな面となっており、冷却セパレータ140に設けられた溝はセパレータ110、120との間で冷却水路を形成する。なお、セパレータ11

0、120および冷却セパレータ140は、緻密質カーボンの他、導電性を有する種々の材料によって形成することができる。例えば、剛性および伝熱性を重視して銅合金やアルミニウム合金などの金属で形成してもよい。また、冷却セパレータ140を設ける割合は、スタック10の要求出力に応じたセル100の発熱量、冷却水の温度および流量などの条件に応じて冷却に適した範囲で設定することができる。

【0045】本実施例の燃料電池1は、上述したスタック10を4つ連結して構成される。図3は燃料電池1の概略構造を示す分解斜視図である。本実施例では、直方体状の給排ボックス200の対向する2面に4つのスタック10A~10Dを連結する構成を適用した。給排ボックス200は燃料供給源、酸化ガス供給源、冷却水供給源に連結されており、燃料、酸化ガス、冷却水は、それぞれ給排ボックス200を介して各スタック10A~10Dに均等に分配されるとともに、各スタック10A~10Dから給排ボックス200に集約されて外部に排出される。

【0046】図4は燃料ガス、酸化ガス、冷却水の給排状況を示す説明図である。給排ボックス200には、各スタック10A~10Dに設けられた燃料ガス供給口35、燃料ガス排出口36、酸化ガス供給口33、酸化ガス排出口34、冷却水供給口31、冷却水排出口32に連通する孔が設けられている。また、スタック10A~10Dと接合しない残りの4面には、それぞれ燃料供給源、酸化ガス供給源、冷却水供給源などと接続するための孔が設けられている。給排ボックス200の内部構造については詳細な説明を省略するが、これらの孔を介して給排ボックス200は、各スタック10A~10Dへの燃料ガス、酸化ガス、冷却水の給排を実現している。

【0047】冷却水は、図示する通り、給排ボックス200の上面に設けられた給水口201、排水口202を介して給排される。給排ボックス200の内部には、給水口201から供給された冷却水を各スタックの冷却水供給口31に分配して供給する流路、および各スタックの冷却水排出口32から排出された冷却水を排水口202に集約する流路が形成されている。外部から供給された冷却水は、図中に実線の矢印で示す経路でスタックに供給され、破線で示す経路でスタックから排出される。ここでは、図の煩雑化を避けるため、スタック10Cについてのみ冷却水の経路を示したが、スタック10A、10B、10Dについても同様である。

【0048】酸化ガスは、図示する通り、給排ボックス200の上面に設けられた供給口203を介して供給され、下面に設けられた排出口から排出される。給排ボックス200の内部には、供給口203に供給された酸化ガスを各スタック10A~10Dの酸化ガス供給口33に分配して供給するための流路が設けられている。また、各スタック10A~10Dの酸化ガス排出口34か

ら排出された酸化ガスを排出口に集約するための流路が設けられている。外部から供給された酸化ガスは、図中に矢印で示す経路でスタックに供給されるとともに、各スタックから排出される。ここでは、図の煩雑化を避けるため、スタック10A、10Dについてのみ酸化ガスの経路を示したが、スタック10B、10Cについても同様である。

【0049】燃料ガスは、図4において給排ボックス200の背面に設けられた供給口から供給され、図4において手前の側面に設けられた排出口204から排出される。給排ボックス200の内部には、供給口に供給された燃料ガスを各スタック10A～10Dの燃料ガス供給口35に分配して供給するための流路が設けられている。また、各スタック10A～10Dの、燃料ガス排出口36から排出された燃料ガスを排出口204に集約するための流路が設けられている。外部から供給された燃料ガスは、図中に矢印で示す経路でスタックに供給されるとともに、各スタックから排出される。ここでは、図の煩雑化を避けるため、スタック10A、10Dについてのみ酸化ガスの経路を示したが、スタック10B、10Cについても同様である。

【0050】スタック10A～10Dは直列に結線されている。各スタックは約100Vの起電圧を生じるから、本実施例の燃料電池は、4つのスタックにより約400Vの起電圧を実現している。本実施例では、給排ボックス200を用いて各スタックを結合する構成を採用したが、スタックの結合には、その他種々の構造を適用することができる。また、スタックの数も、要求される電圧に応じて種々設定可能である。なお、本実施例の燃料電池は、給排ボックス200および4つのスタック10A～10Dを、一つのアウターケースに収容している。アウターケースの構造については、後述する。以上では、燃料電池についての一般的な概略構成を説明した。以下では、本実施例の燃料電池について特徴的な構成についてそれぞれ項を分けて説明する。

【0051】B. 冷却システムの短絡手段：図5は冷却システムに設けられた短絡手段の概念を示す説明図である。図4で説明した通り、本実施例の燃料電池は、給排ボックス200を介して4つのスタック10A～10Dが結合されており、給排ボックス200には、これらの4つのスタックに冷却水を分配・集約して給排するための給水口、排出口が設けられている。図4では、給排ボックス200の上面に設けられている構造を示したが、ここでは短絡手段の特徴を図示する際の図の煩雑化を回避するため、側面に給水口201A、排水口202Aが設けられているものとして示した。

【0052】本実施例では、このように設けられた給水口201Aと排水口202Aとの間に、両者を電氣的に短絡させる短絡手段として短絡ケーブル210が設けられている。本実施例では、給水口201Aと排水口20

2Aとを確実に短絡するために、両者に巻回するようにして導電線の短絡ケーブル210を固定した。短絡ケーブル210の固定は、給水口201Aと排水口202Aとを電氣的に短絡可能な種々の態様で行うことができる。例えば、両者の一点にそれぞれハンダ漬けてもよいし、ボルト止めしてもよい。また、短絡ケーブル210は、必ずしも導電線で形成する必要はなく、給水口201A、排水口202Aが貫通する孔をあけた導電板を用いることもできる。短絡手段としては、このように給水口201Aと排水口202Aとを導電性の部材で接続する他、両者が短絡するように接触させて配置する方法を採るものとしてもよい。さらに、プリント基板と同様の手法により、給排ボックス200の表面にエッチングなどで形成するものとしても構わない。

【0053】短絡ケーブル210の作用は次の通りである。図2で説明した通り、スタックに供給された冷却水は冷却セパレータを通過することによってセルの冷却を行うが、冷却セパレータは導電性の部材で形成されているため、冷却水は、冷却時にセルの電位に応じて帯電する。この結果、冷却水の給水口201Aと排水口202Aとで冷却水に電位差が生じることがある。図5に本実施例における冷却水の流れを示した。図示する通り、給水口201Aから供給された冷却水は、各スタック10A～10Dに分配され、それぞれのスタックを冷却した後、集約されて排水口202Aから排出される。ここで、本実施例では、4つのスタックを直列に接続しているから、スタック10Aからスタック10Dに向けて電位は100V刻みで上昇する。従って、図示する通り、スタック10A、10Bを冷却した冷却水は約100Vに帯電し、スタック10C、10Dを冷却した冷却水は約300Vに帯電することになる。この結果、給水口201Aと排水口202Aとの間には、約200Vの電位差が生じる。

【0054】本実施例によれば、上述した短絡ケーブル210によって、給水口201Aと排水口202Aとが電氣的に短絡されているため、両者の電位差を解消することができる。従って、本実施例によれば、給水口201Aと排水口202Aとの間に生じる電位差に起因する電食などの弊害を回避することができる。また、短絡手段は、上述した通り、比較的容易に実現できるため、燃料電池の大型化、製造コストの増大などの弊害を招くこともない。また、これによって供給口と排出口とに絶縁部材を設けることによる装置の大型化を回避することもできる。また、両者を電位差のない部位に設けるなどの制約もなくなるため、設計自由度が増し、装置のより一層の小型化を図ることが可能となる。

【0055】本実施例では、給排ボックス200の給水口201Aおよび排水口202Aの間に短絡ケーブル210を接続するものとした。短絡ケーブルは各スタックごとに設けても構わないが、給排ボックス200を利用

することにより、1箇所の設置で済むため、短絡ケーブル210の設置が容易となり、また、断線などの障害が生じた場合の対処が容易になるなど、作業負担を軽減できる利点がある。

【0056】短絡ケーブル210の設置方法についての變形例を示す。図6は第1の變形例としての短絡ケーブル210の設置方法を示す説明図である。ここでは、スタック10A~10Dおよび給排ボックス200の平面図を示した。第1の變形例では、図示する通り、給水口201Bと排水口202Bとが給排ボックス200の対向する面に設けられている点で、実施例と相違する。かかる場合には、短絡ケーブル210を、給排ボックス200を横断する形で給水口201Bと排水口202Bとを短絡するように設置すればよい。なお、この場合において、短絡ケーブルは、給排ボックス200の外部を通るように設置することが簡便であるが、内部を横断するようにしても構わない。

【0057】図7は第2の變形例としての短絡ケーブル210の設置方法を示す説明図である。実施例では、給排ボックス200に短絡ケーブル210を固定したが、ここでは、各スタックに固定する場合を例示した。図5から明らかな通り、本実施例の構成では、各スタックごとに見れば、同電位の部分から給水および排水がなされているため、冷却水の電位差は生じない。しかしながら、図7に示すようにスタックの両端に給水口201C、排水口202Cを設ける場合には、電位差が生じる。第2の變形例は、かかる場合に適用でき、短絡ケーブル210は、スタックを横断するようにして給水口201Cと排水口202Cとを結合するように設けられる。

【0058】第1の變形例および第2の變形例においても、実施例と同様、種々の態様で短絡手段を設けることができる。短絡手段は、実施例および變形例に例示した態様に限定されず、電位差が存在する部位に応じて種々の態様で設けることが可能である。

【0059】C. 排水機構：図8は燃料ガスの排出口204に設けられた排水機構を示す説明図である。本実施例の給排ボックス200をガスの排出口204を含む平面で切断した場合のカットアウェイ図である。図の煩雑化を避けるため、断面の様子は、排出口204近傍のみを示した。既に説明した通り、各スタック10A~10Dから排出された燃料ガスは給排ボックス200で集約され、ガスの排出口204から外部に排出される。図8には、各スタックからのガスが集約された後の流路を示した。

【0060】図示する通り、ガスの流路は、排出口204近傍で分岐しており、排水ポート205が設けられている。分岐から排水ポートに至る流路は、水が流れ得る状態で形成されていればよく、給排ボックス200に設けられた他の流路を妨げない位置に適宜設けることがで

きる。図8では、L字型に折れ曲がった流路を図示したが、曲線状に構成されていても構わない。本実施例では、後述する通り、L字型の流路の屈曲部が一時的に水滴を蓄える蓄水部となる。排水用の流路は、ガスの排出口204の近傍に設けられており、排出口204に別の配管が接続される継ぎ手部分で局所的に高くなった静圧APが、この蓄水部に蓄えられた水滴の水面に十分作用する位置に設けられている。

【0061】排水機構の作用は、次の通りである。燃料電池は、先に従来技術で示した式(1)(2)に基づいて発電を行うため、発電の結果物として水を生成する。また、本実施例では、固体高分子型の燃料電池を用いており、発電を行うためには、各セルの電解質膜を適度に加湿する必要がある。これらの結果、セルを通過した燃料ガスには、少なからず水滴が混入する。燃料電池では、比較的高い圧力で各セルに燃料ガスが供給されるため、これらの水滴は、ガスの圧力によって排出口204に運ばれる。しかしながら、こうして発生した水滴は、燃料ガスの流路のいずれかの部分で排出する必要がある。ガス流路に水滴が残存したままでは、水滴がガス流路の内面に付着し燃料ガスの給排を妨げる可能性があるからである。本実施例の排水機構は、排出されたガスに混入した水滴を外部に排出する作用を奏するものである。

【0062】燃料ガスの排出口204付近に運ばれてきた水滴は、排水ポート側の流路に流れ込む。L字型に構成された流路の屈曲部はこれらの水滴を一時的に蓄える蓄水部206としての役割を果たす。排水ポート側の流路は、重力の作用によって水滴が効率的に流れ込むよう、ガス流路の下方に設けることが望ましい。こうして蓄えられた水滴は逐次、排水ポート205から排出される。

【0063】このような排水機構は、燃料ガスを排出する流路のいかなる部位に設けることもでき、燃料電池の外部に設けても可能である。しかしながら、本実施例では、給排ボックス200において、各スタック10A~10Dから排出されたガスが集約された後の部位に設けた点に大きな特徴がある。かかる部位に設けることにより、単一の排水機構で、水滴を効率的に排出することができるのである。また、排水機構を一箇所に設ければ済むため、装置の構成を簡易にするとともに、小型化を図ることも可能となる。給排ボックス200の内部に設けることにより、外部にドレインバルブなどを設ける必要がなく、装置を更に小型化することができる。

【0064】また、本実施例の排水機構は、重力のみならず燃料ガスの圧力をも利用することで、効率的に水滴を排出することができる利点もある。先に説明した通り、本実施例では、排水用の流路内に蓄水部206が設けられており、ここに蓄えられた水面にガスの圧力APが十分に作用するように構成されている。燃料ガスは高

圧で各スタックに供給されるため、一般に排出される燃料ガスも大気圧に比較して圧力が高い状態にある。従って、蓄水部206に蓄えられた水滴の水面にこの圧力を作用させることによって、積極的に効率よく水を排出することができるのである。このようにガスの圧力を利用して排水可能とすることにより、排水ポート205の径を小さくすることができ、装置の小型化を図ることが可能となる。

【0065】本実施例では、ガスの排出口204の近傍に分岐を設けることにより、水を効率的に排出可能な静圧APを蓄水部206に作用させる構成を採用したが、分岐の位置、形状はガスの圧力を作用させ得る種々の態様を採ることができる。例えば、ガスの流路が曲がっており局所的に圧力が高くなる部位に分岐を設けるものとしてもよいし、排出ガスの流れ方向に対し鋭角的に分岐を結合し、ガスの動圧が作用するようにしてもよい。もちろん、ガスの圧力を利用する構成は、必須のものではなく、重力のみで排水する機構を用いるものとしても構わない。

【0066】ガスの圧力を利用して排水することにより、排水ポートの位置に対する自由度が高くなる利点もある。かかる利点を活かした排水ポートの例を変形例として示す。図9は変形例としての排水機構を示す説明図である。変形例では、排水ポート205がガスの排出口204よりも上方に設けられている点で実施例と相違する。図示する通り、排水ポートに至る流路は、ガスを排出する流路から、実施例と同様の部位で分岐する。分岐部は実施例と同様、ガスを排出する流路の下部に設けられている。この分岐部は蓄水部206Aを構成する。変形例では、この蓄水部206Aに内に開口し、排水ポート205Aに連通するように排水流路207が設けられている。排出されるガスの圧力APが蓄水部206Aの水面に作用すると、この圧力は、大気圧よりも高いから、水滴は排水流路207を通り、排水ポート205Aから排出される。このようにガスの圧力が作用する部位に蓄水部206Aを設けることにより、任意の部位に排水ポート205Aを設けることができるのである。従って、排水ポート205Aの位置に対する自由度が高くなり、設計によって装置全体の小型化を図ることが可能となる。変形例においても、実施例で説明したのと同様、蓄水部206Aはガスの圧力を作用させ得る種々の態様で設けることができる。

【0067】図8および図9では、燃料ガスの排出部についての排水機構を説明した。酸化ガスについても燃料ガスと同様、排水を行う必要がある。本実施例では、酸化ガスの流路にも燃料ガスと同様の排水機構が設けられている。かかる機構について、変形例(図9)の機構を適用することも可能である。

【0068】D. テンションプレートの絶縁構成: 図10はテンションプレートの構造を示す説明図である。こ

こでは、図1に示したテンションプレートのうち、狭義のスタック10nの下面に設けられるテンションプレート172のみを図示した。上面に設けられるテンションプレート170も同一の構成をなしているため、以下では図示および説明を省略する。

【0069】テンションプレート172には、セルを積層した狭義のスタックとの接面に絶縁層174が設けられている。本実施例では、シリコンゴムシートを接着することで絶縁層174を形成した。絶縁層174の素材は必ずしもシリコンゴムシートに限られず、絶縁作用を奏する種々の素材を適用することができる。シリコンゴムシートをもちいる場合には、絶縁作用の他、狭義のスタック10nを防振することでもできる利点がある。テンションプレート172が絶縁性の材料で形成されている場合など、狭義のスタック10nとテンションプレート172との間を改めて絶縁する必要がない場合などには、絶縁層174を防振作用のみを果たす防振層として設けても構わない。また、絶縁層174は接着の他、コーティングによって形成するものとしてもよい。このように絶縁層174は、絶縁作用、防振作用のいずれを果たすかに応じて、種々の素材、方法で形成することができる。

【0070】本実施例のテンションプレート172を用いれば、スタック10を製造する工程を簡素化できる利点がある。例えば、絶縁層174を別途設ける場合には、狭義のスタック10nとテンションプレートとの間に絶縁材を挿入する工程が必要となるが、本実施例のテンションプレート172を利用すれば、かかる工程を省略することができるのである。セルを積層してスタック10を形成する工程は、燃料電池の性能に大きく影響する精密作業であるため、かかる工程における簡易化は、生産性の大幅な向上につながる。

【0071】また、絶縁層174をテンションプレート172に一体的に形成することにより、以下に示す理由により、スタック10を小型化することができる利点もある。第1に絶縁材を別体で用意する場合には、絶縁材自体の形状維持のため厚くなりがちであるが、本実施例のようにテンションプレート172に絶縁層174を一体的に形成するものとすれば、その厚さを薄くすることができる。また、厚さの寸法誤差を抑制することもできる。第2に絶縁材が別体で用意されている場合には、仮に絶縁材の位置にずれが生じても、狭義のスタック10nとテンションプレート172とが接触しないよう、十分な空隙を設けておく必要があるが、本実施例のようにテンションプレート172に絶縁層174を一体的に形成するものとすれば、このような配慮が不要となり両者の空隙を縮小することができる。これらの作用によって、本実施例で説明したテンションプレート172を用いれば、スタック10、ひいては燃料電池全体の小型化を図ることが可能となる。

【0072】ここでは、スタック10の上下にテンションプレート170、172を配置する構成(図1参照)を例にとって説明したが、絶縁層を一体的に形成する構成は、スタック10を完全に収容する箱状のケースを用いる場合や、スタック10の4面を板で固定する場合など種々の構造に適用することができる。

【0073】E. セルを固定する構造およびスタックの配置: 図11はセルを固定する構造を示す説明図である。既に説明した通り、スタック10は上下をテンションプレート170、172で挟んで固定されている。こ

こでは、固定方法について更に詳述する。
【0074】図11(a)はスタック10をエンドプレート12側から見た斜視図である。図示する通り、スタック10のエンドプレート12、14は図中の上下方向に挿入された8本のボルト175によって、テンションプレート170と締結されている。斜視図には現れないが、下面のテンションプレート172とも同様、上下方向に挿入された8本のボルトで締結されている。エンドプレート12には、中央付近に突部12Aが設けられて

いる。
【0075】図11(b)はスタック10のA-A断面図である。既に説明した通り、スタック10は多数のセル100を積層して形成されている。セル100は、その両端をエンドプレート12、14で挟むようにして固定されている。セル100の一端とエンドプレート12との間には皿バネ220が挿入されている。エンドプレート12の中央部は、皿バネ220の位置ずれを防止するよう受け皿状に変形されている。突部12Aはこの変形を外観したものである。なお、皿バネ220はセル100を密着させる方向に弾性力EFを付勢するよう、挿入されている。

【0076】皿バネ220がセル100に弾性力を作用させると、その反作用F1、F2がエンドプレート12、14に働く。本実施例では、図11(a)に示す通り、上下に固定されたテンションプレート170、172がこの反作用F1、F2と釣り合う弾性力TF1、TF2をエンドプレート12、14に作用させることで、全体の構造を成立させている。エンドプレート12、14はかかる弾性力に対し、十分な剛性を維持することができる素材および板厚で形成されている。

【0077】上述の構造による作用は次の通りである。皿バネ220の弾性力EFによってセル100間が密着されるため、セル間の隙間などに起因する内部抵抗を低減することができる。セル100は発電時の熱によって変形するが、皿バネ220はこの変形を吸収しつつ、セル100を密着させることができるため、本実施例の燃料電池は常に安定した発電を実現することができる。皿バネ220は、かかる作用を十分奏することができるよう、弾性力および大きさを適宜選択すればよい。

【0078】また、テンションプレート170、172

とエンドプレート12、14とを図中の上下方向、即ちセル100の積層方向に直交する方向に挿入されたボルトで締結することによって、以下に示す通り、装置の小型化を図ることができる利点もある。第1にかかる方向にボルトを挿入するため、積層方向にボルトの頭部が突出することを回避でき、その分、スタック10の積層方向のサイズを抑制することができる利点がある。電圧を確保するために、複数枚のセルを積層することから、一般に、スタック10は積層方向に長くなるのが通常であり、燃料電池を車両などの機器に搭載する場合には、特に積層方向の寸法に対して厳しい要求が課せられることが大きい。積層方向の短縮は意義が大きい。

【0079】また、図1に示したように本実施例の燃料電池は、給排ボックス200に4つのスタック10A~10Dを結合して構成される。各スタックにおいて、セルを固定するためのボルトが積層方向に突出している場合には、給排ボックス200と干渉し、この干渉を回避するための構成が必要となり、燃料電池全体の大形化や給排ボックス200の構成の複雑化などにつながる恐れがある。これに対し、本実施例のスタックによれば、ボルトが干渉することなく、各スタック10A~10Dを給排ボックス200に結合することができ、構造の簡素化、小型化を図ることができる。

【0080】なお、上述の効果は、ボルトを積層方向に直交する方向に挿入することによって得られる効果である。本実施例では、複数のスタックの配置を工夫することによって、装置の更なる小型化を図っている。図12は本実施例におけるスタックの配置を示す説明図である。本実施例の燃料電池は、図1に示す通り、4つのスタック10A~10Dを給排ボックス200に結合して構成されている。ここでは、それらのうち、スタック10A、10Dの配置を図示した。スタック10B、10Cもこれに準じた配置がなされている。

【0081】図示する通り、本実施例では、隣接する2つのスタック10A、10Dは、ボルト175が挿入された方向と直交する方向に配列されている。このように配列することにより、ボルト175同士の干渉なく、スタック10A、10Dを密に配置することができるため、燃料電池全体の小型化を図ることができる。図13はボルト175が挿入されている方向にスタックを配置した状態を示す説明図である。図13(a)はスタック10Aの上にスタック10Dを積み重ねた場合の斜視図である。図13(b)はかかる場合の側面図である。このように上下方向にスタックを配置した場合には、図13(b)に示す通り、スタック10A、10Dの間の領域B1、B2において、それぞれのボルト175同士が干渉するため、スタック10A、10Dを密着して配置することができず、大型化を招くことになる。これに対し、図12に示したように、ボルト175の挿入方向に直交する方向にスタック10A、10Dを配置すれば、

両者の間隔を狭めることができるのである。

【0082】スタック10A、10Dの配置は、ボルト175同士の干渉を回避できる方向であればよく、図12に示すようにスタック10A、10Dのセルの積層方向が平行になるように配置するものに限定はされない。スタック10A、10Dをセルの積層方向に並べて配置するものとしてもよい。

【0083】本実施例では、テンションプレート170を矩形の板で構成する場合を例示したが、テンションプレート170の形状はこれに限定されない。図14はテンションプレートの変形例を示す説明図である。変形例のテンションプレート170Aは、エンドプレートと結合される両端部では幅が広く、中央付近で幅が狭いH字型に形成されている。かかる形状でも弾性力TF1、TF2を作用することができるため、スタックを構成することが可能である。変形例のテンションプレート170Aによれば、セル100に熱変形が生じた場合、エンドプレートを通じて作用する引張り荷重F1、F2によるテンションプレート170Aの変形例が実施例よりも大きくなる。つまり、皿バネの他、テンションプレート170Aによってもセル100の熱変形を吸収する作用を奏することができる。この結果、皿バネの弾性力の過不足をテンションプレート170Aで補償することができ、皿バネの選択範囲が広がり、燃料電池の製造コストを低減することが可能となる。テンションプレート170は、ここで例示した形状に限らず、弾性力の要求に応じて、種々の板厚、形状で構成することが可能である。

【0084】本実施例および変形例では、皿バネを介してセルを挟持するエンドプレートをテンションプレートで上下から支持する構造を例示した。本実施例の第1の特徴は、テンションプレートを締結するボルトを積層方向に直交する方向に挿入することであり、かかる方向にボルトを挿入するものであれば、更に左右方向にテンションプレートを設ける構造、上下左右の4面にテンションプレートを設ける構造を採ることが可能である。また、エンドプレートとテンションプレート間の剛性を十分に確保できる場合には、上下左右のいずれか一方にのみ設けられたテンションプレートでセルを固定するものとしてもよい。また、本実施例および変形例ではボルトによって締結する場合を例示したが、締結部材は、これらに限定されるものではない。また、弾性力を与える部材も、皿バネに限らず種々のバネやゴムシートなどを適宜用いることができる。

【0085】F. アウタケース：全体構成についての説明で述べた通り、本実施例の燃料電池1は、アウタケースに収容されている。図15は燃料電池がアウタケースに収容された状態を示す説明図である。図15(a)には燃料電池1が収容された状態を斜視図で示した。図中の破線で燃料電池1である。図示する通り、アウタケースは本体2とふた3とから構成されている。本体2には

ドレインホース5が取り付けられており、ふた3には排気ホース4が取り付けられている。なお、アウタケースには、燃料電池1に燃料ガス、酸化ガス、冷却水を給排するためのパイプが接合されているが、図の煩雑化を回避するため、ここでは図示を省略した。

【0086】図15(b)は斜視図のB-B面における断面図である。図中のハッチングを付した部分が燃料電池1に相当する。アウタケースの本体2とふた3は接合面でシール6で密閉されている。本実施例では、燃料電池1に水や埃などの異物が外部から浸入することを防止するために、アウタケースを密閉している。本実施例では、シール6にシリコンゴムを適用するものとしたが、上記目的に沿うものであれば、種々の素材および方法により密閉することが可能であり、例えば、本体2とふた3とを溶接するものとしてもよいし、かしめなどの方法によって本体2とふた3とを固着するものとしてもよい。

【0087】ドレインホース5は何らかの原因によりアウタケース内にたまった水を排出するためのホースであり、本体2の下部に設けられた孔に止め具で固定されている。排気ホース4はアウタケース内にたまった種々のガスを排出するためのホースであり、ふた3の上部に設けられた孔に止め具で固定されている。なお、ドレインホース5および排気ホース4は外部からの水、埃などの異物の侵入を抑制できる構造となっている。本実施例では、これらのホースの長さを十分に長くし、適度に屈曲させておくことで、かかる作用を奏するようにした。異物の侵入を更に確実に防止するために、これらのホースの取り付け部に弁体を設けるものとしてもよい。なお、ドレインホース5、排気ホース4は、アウタケースに必須のものではなく、アウタケース内部で燃料電池から水や種々の気体が生じる可能性が低い場合など、必要性が低い場合には、これらの少なくとも一方を省略する構成としても構わない。

【0088】アウタケースの作用は、次の通りである。第1に、アウタケース内に燃料電池1を収納することによって異物の侵入を防止することができる。従って、セル間に異物が紛れ込んで発電効率が低下することを回避できる。また、燃料電池1は、周囲を完全に被覆するといった異物への対策を施す必要がなくなるため、全体の構造を簡易化することができ、積層電池の小型化を図ることができる。同時に燃料電池の生産性の向上、製造コストの低減を図ることもできる。

【0089】アウタケースは、また、重量の増加や燃料電池の大型化をもたらすことなく、剛性を確保することができる利点もある。図15の軸Ax、Ayはそれぞれ上下方向および左右方向の曲げ変形における中立軸を意味している。十分な曲げ剛性を確保して燃料電池1を構成するためには、これらの中立軸Ax、Ayについての断面二次モーメントを十分に大きくすることが望まし

い。ここで燃料電池自体は、中立軸Ax、Ayから外周までの距離が全般に小さいため、アウトケースに比較して断面二次モーメントが小さくなる。従って、アウトケースを用いない場合に十分な曲げ剛性を確保しようとするれば、燃料電池1の板厚、特にテンションプレートの板厚を厚くする必要が生じる。これに対し、アウトケースは中立軸Ax、Ayから外周までの距離を十分に確保することができるため、断面二次モーメントが大きい。従って、比較的薄い板厚でも十分な曲げ剛性を確保することができる。アウトケースが十分な曲げ剛性を有している場合、燃料電池1には、ほとんど曲げ荷重は作用しなくなるから、燃料電池1の板厚を薄くすることができる。

【0090】燃料電池1に作用する荷重としては、上述した曲げ荷重の他に振れ荷重が挙げられる。振れ荷重に対して十分な剛性を確保するためには、振れの中心軸、即ち図15において中立軸Ax、Ayの交点に対する断面二次極モーメントを大きくすることが望ましい。断面二次極モーメントは、中心軸から外周までの距離が大きい程大きくなる。従って、アウトケースを用いた場合には、燃料電池単体の場合に比較して大きな断面二次極モーメントを実現することができる。この結果、アウトケースは、比較的薄い板厚で十分な振れ剛性を確保することができる。アウトケースが十分な振れ剛性を有している場合、燃料電池1には、ほとんど振れ荷重は作用しなくなるから、燃料電池1の板厚を薄くすることができる。

【0091】これらの作用により、アウトケースを用いることにより、容易に十分な剛性を確保することができるから、燃料電池1の板厚を薄くすることができ、重量軽減および小型化を図ることができる。なお、アウトケースを用いることにより容積的には、燃料電池単体よりも大きくなるものの、燃料電池1の周囲は、燃料ガス、酸化ガス、冷却水を給排するための配管のために所定のスペースが要求されるのが通常であるから、アウトケース内にこれらの配管を適宜配置することにより、容積が大きくなるデメリットを解消することができる。

【0092】アウトケースは、図15に示した他、種々の形状で構成することができる。図16は第1の変形例としてのアウトケースを示す斜視図である。実施例では、本体2に燃料電池1をほぼ完全に収容し、ふた3をかぶせる構成とした。これに対し、変形例では、本体2Aを比較的小さく形成し、ふた3Aを大きくした。例えば、燃料電池の周囲に燃料ガス、酸化ガス、冷却水などの配管を十分に施してアウトケースに収容する場合、変形例では、本体2Aに燃料電池を収容した後、ふた3Aを被せる前は、燃料電池の大半が露出されている状態となるため、上述の配管作業を容易かつ確実に行うことができる利点がある。本体およびふたの寸法は、実施例または第1の変形例のようにいずれか一方を大きくする必

要はなく、同じ大きさで形成してもよい。

【0093】図17は第2の変形例としてのアウトケースを示す斜視図である。実施例および変形例では、本体とふたの2つからアウトケースを構成する場合を例示した。つまり、上下に分割された部材を結合してアウトケースとする場合を例示した。アウトケースは、必ずしもかかる構成とする必要はなく、例えば、左右に分割された2つの部材を結合して構成するものとしてもよい。かかる構成が第2の変形例に相当する。アウトケースは、水、埃などの異物が内部の燃料電池に侵入することを防止できる構造であり、剛性を確保するのに適した構造であれば、ここに例示した以外にも種々の構造を適用することができる。

【0094】もちろん、燃料電池を搭載する状況によって、それほど高い剛性が要求されない場合には異物の侵入のみを目的としたアウトケースを用いるものとしてもよい。かかる場合には、比較的小型のアウトケースを用いることができる。また、剛性が要求されないため、樹脂を用いて形成することも可能である。

【0095】以上で説明した本実施例の燃料電池によれば、第1に冷却システムの短絡手段により冷却水に生じる電位差に起因する弊害を抑制することができる。第2に排水機構により、いわゆるフラッシングによる発電不良や不安定な運転を回避することができる。第3にテンションプレートの絶縁構成により、燃料電池を製造する際の生産性を向上することができる。第4にセルを固定する構造およびスタックの配置により、燃料電池のセルに適切な弾性力を与え、セル間の積層不良を回避することができる。第5にアウトケースを用いることにより、燃料電池に異物が侵入することを回避することができる。さらに、本実施例の燃料電池では、それぞれ装置の小型化に配慮した構成によって、上述した効果を実現している。従って、本実施例によれば、燃料電池を種々の装置に搭載する際の実用性を大きく向上することができる。

【0096】なお、上述の実施例では、冷却システムの短絡手段、排水機構、テンションプレートの絶縁構成、セルを固定する構造およびスタックの配置、アウトケースという5つの特徴を全て適用した場合を例示したが、これらの特徴は、それぞれ個別に適用することが可能である。実際に使用される燃料電池が解決すべき課題に応じて、上述の各手段を適宜選択的に適用すればよい。以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例のスタック10の概略構成を示す斜視図である。

【図2】セル100の構造を示す斜視図である。

【図3】燃料電池1の概略構造を示す分解斜視図であ

る。

【図4】燃料ガス、酸化ガス、冷却水の給排状況を示す説明図である。

【図5】冷却系統に設けられた短絡手段の概念を示す説明図である。

【図6】第1の変形例としての短絡ケーブル210の設置方法を示す説明図である。

【図7】第2の変形例としての短絡ケーブル210の設置方法を示す説明図である。

【図8】燃料ガスの排出口204に設けられた排水機構10を示す説明図である。

【図9】変形例としての排水機構を示す説明図である。

【図10】テンションプレートの構造を示す説明図である。

【図11】セルを固定する構造を示す説明図である。

【図12】本実施例におけるスタックの配置を示す説明図である。

【図13】ボルト175が挿入されている方向にスタックを配置した状態を示す説明図である。

【図14】テンションプレートの変形例を示す説明図である。

【図15】燃料電池がアウトケースに収容された状態を示す説明図である。

【図16】第1の変形例としてのアウトケースを示す斜視図である。

【図17】第2の変形例としてのアウトケースを示す斜視図である。

【符号の説明】

2、2A…本体

4…排気ホース

5…ドレインホース

6…シール

10、10A、10B、10C、10D…スタック

10n…スタック

12…エンドプレート

12A…突部

14…エンドプレート

16…絶縁板

18、20…集電板

22…絶縁板

31…冷却水供給口

32…冷却水排出口

33…酸化ガス供給口

34…酸化ガス排出口

35…燃料ガス供給口

36…燃料ガス排出口

100…セル

110…セパレータ

112…燃料ガス流路

122…酸化ガス流路

132…電解質膜

134…水素極

136…酸素極

140…冷却セパレータ

142…冷却水溝

151…冷却水孔

153…燃料ガス孔

155…酸化ガス孔

170、170A…テンションプレート

172…テンションプレート

174…絶縁層

175…ボルト

200…給排ボックス

201、201A、201B、201C…給水口

202、202A、202B、202C…排水口

203…供給口

204…排出口

205、205A…排水ポート

206A…蓄水部

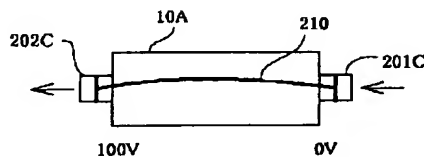
206…蓄水部

207…排水流路

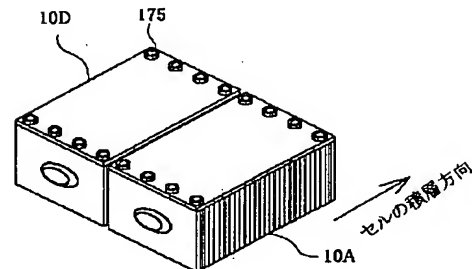
210…短絡ケーブル

220…皿バネ

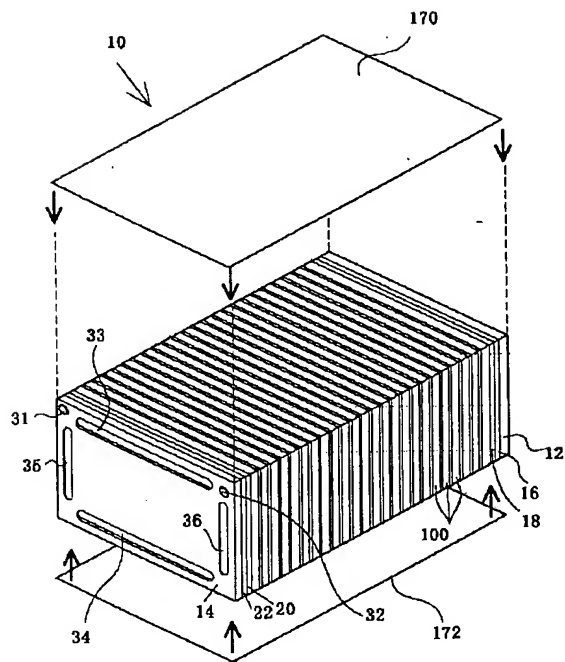
【図7】



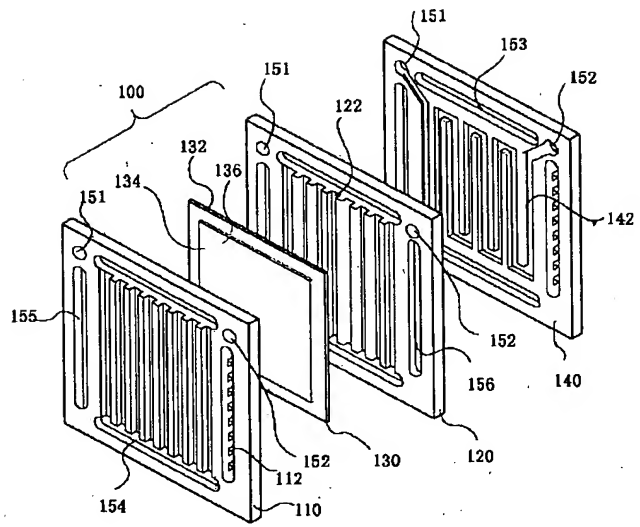
【図12】



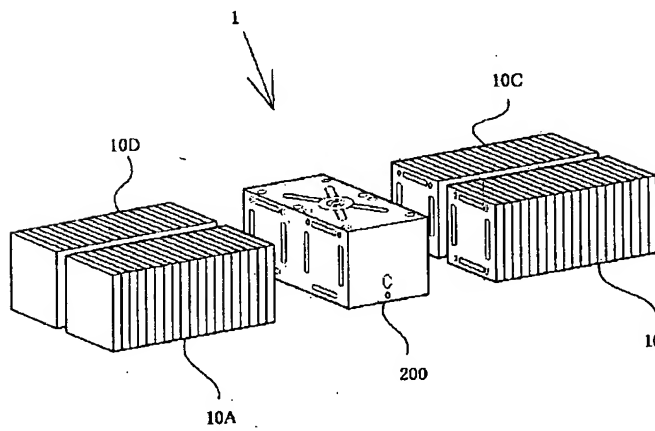
【図1】



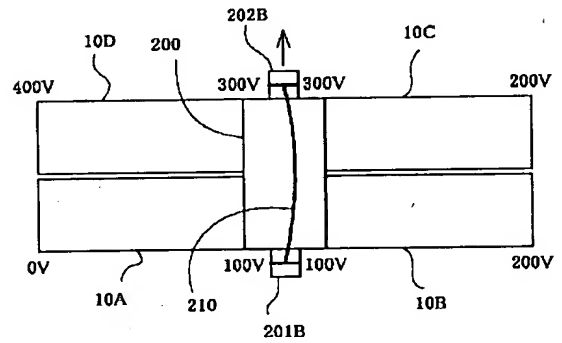
【図2】



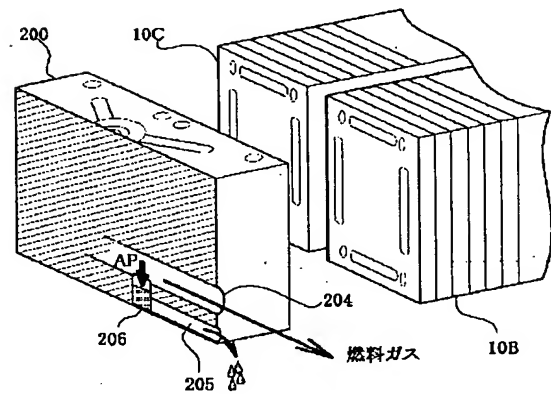
【図3】



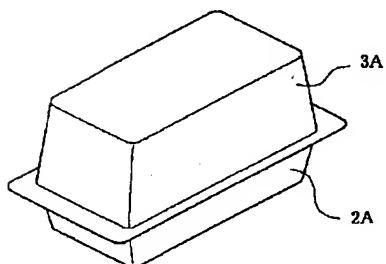
【図6】



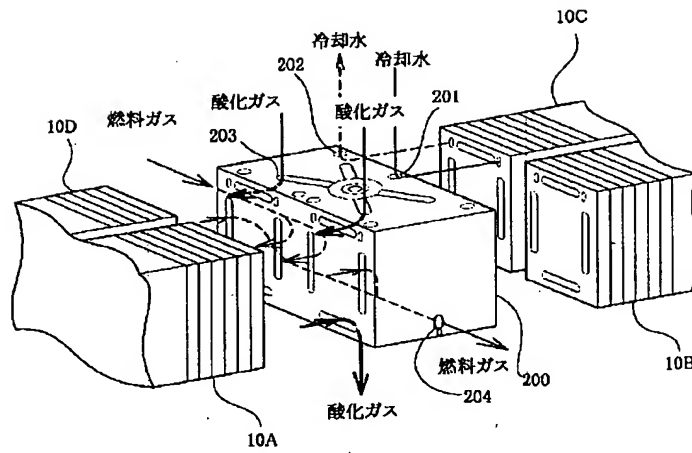
【図8】



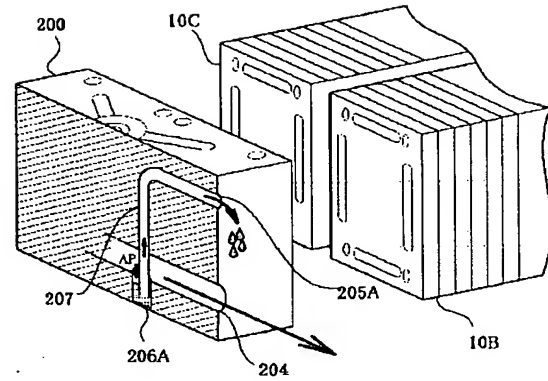
【図16】



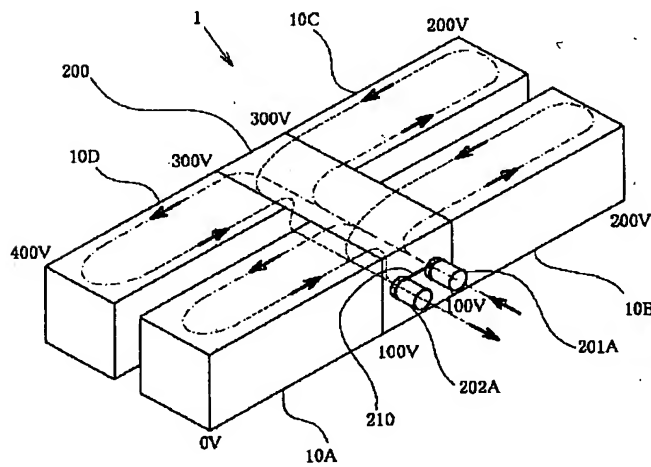
【図4】



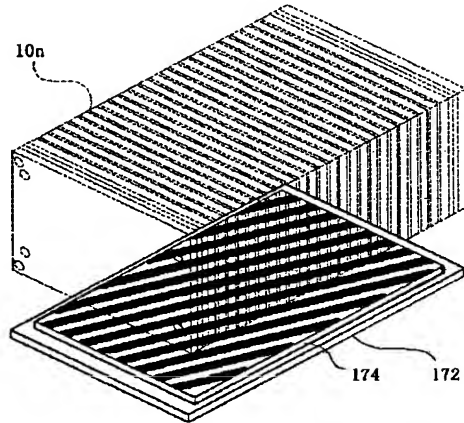
【図9】



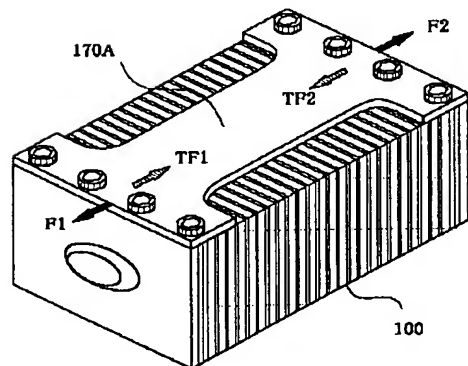
【図5】



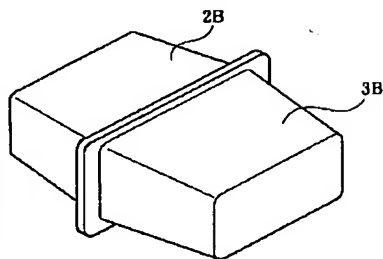
【図10】



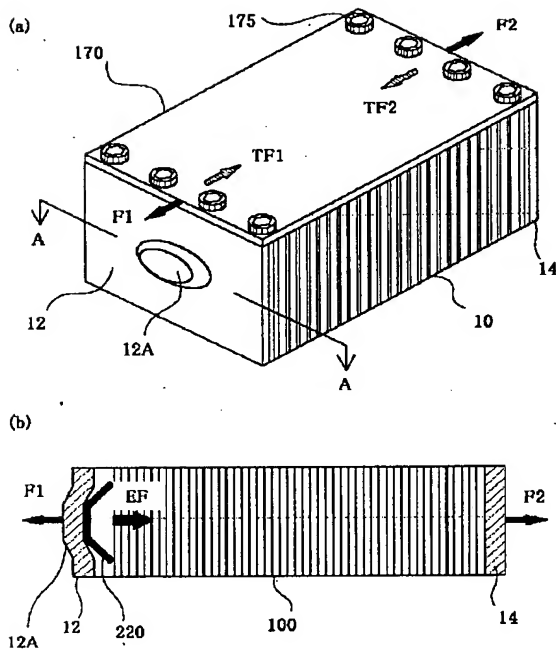
【図14】



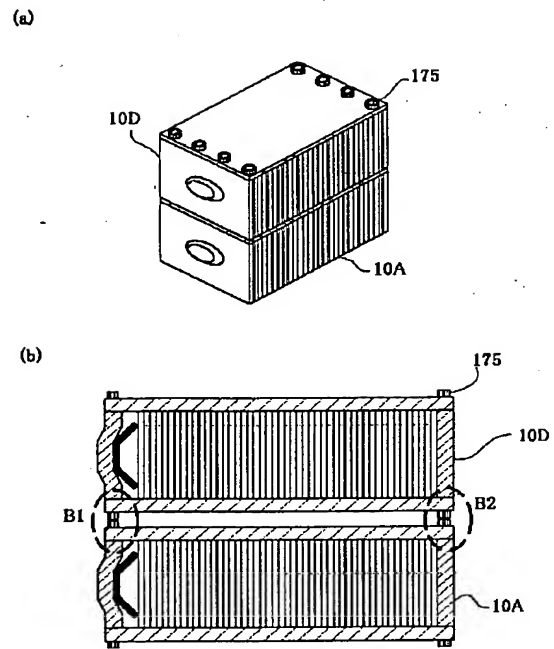
【図17】



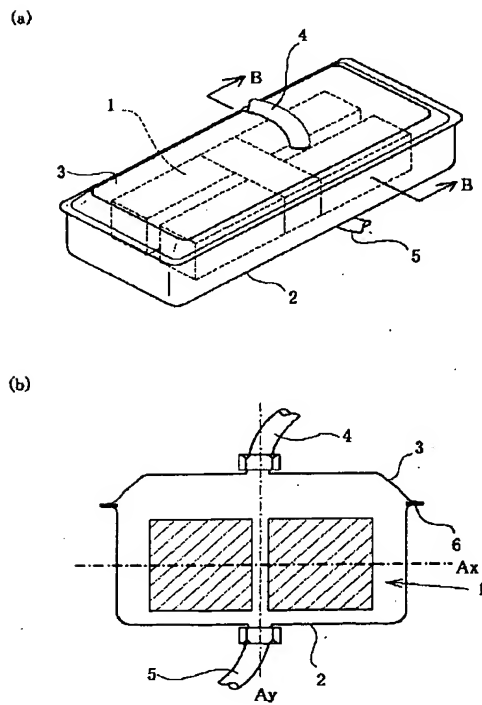
【図11】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 秀幸
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 堀田 裕
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08 CX08